

УДК 612.397:681.322

## ЗАДАЧИ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИ- СТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА

к.т.н. И.М. Николаев, к.т.н. С.В. Пшеничных, Л.Л. Семенкевич,  
к.т.н. Н.М. Калюжный, А.Г. Леушин  
(представил д.т.н., проф. И.И. Зима)

*Обосновываются задачи и рассматриваются принципы построения государственной автоматизированной системы радиомониторинга. Показано, что данные принципы имеют важное методологическое значение и должны учитываться при разработке концепции и программы создания подобной системы в Украине.*

**Постановка проблемы.** Быстрый рост рынка информационных ресурсов и услуг в области связи и телекоммуникационных технологий в Украине приводит к существенному возрастанию плотности загрузки отдельных частей радиочастотного спектра (РЧС), что требует новых подходов к решению проблемы качественного управления и контроля использования радиочастотного ресурса (РЧР) на государственном уровне [1].

Для эффективного решения этой проблемы предполагается создать единую государственную автоматизированную систему радиомониторинга (ЕГАСРМ), которая должна охватывать РЧС от 9 кГц до 300 ГГц, всю территорию Украины и все министерства и ведомства, участвующие в управлении и контроле использования РЧР. Данная система должна создаваться по единому проекту как единая информационно-расчетная система, состоящая из ряда взаимосвязанных и взаимодействующих функциональных подсистем, реализованных в виде локальных автоматизированных рабочих мест (АРМ), предназначенных для работы в территориально-распределенной сети. В настоящее время работы по созданию данной системы находятся на этапе разработки общей Концепции и формирования технического задания.

Очевидно, что оптимизация целей и задач различных министерств и ведомств и максимально согласованное применение их технических, программных, методических и информационных ресурсов, а также последних достижений науки и техники в сфере регулирования РЧР, может

быть обеспечено в том случае, если в основу создания ЕГАСРМ будут положены общесистемные принципы, позволяющие учесть все аспекты данной проблемы, что имеет особо важное значение на начальных стадиях ее решения.

В связи с этим задача выбора и обоснования общесистемных принципов построения ЕГАСРМ (с учетом специфики возлагаемых функций) на этапе разработки ее концепции и технического задания является актуальной.

**Анализ последних исследований и публикаций** по проблеме автоматизации процессов управления и контроля РЧР показал, что решению данной задачи в известной научно-технической литературе практически не уделяется внимания. Так, в статье [1] приведен общий анализ состояния автоматизации и рассмотрены частные принципы построения государственной АСУ РЧС в России, вытекающие из объективно сложившихся обстоятельств. При этом наибольшее внимание уделено принципам создания общедоступных информационных, методических и программных ресурсов данной системы. В монографии [2] основное внимание уделено рассмотрению общетеоретических вопросов и анализу нормативно-методических документов в области радиоконтроля (РК) и управления РЧС. В [3] предложена структурно-функциональная модель процесса управления использованием РЧС в виде замкнутой системы, в которой выработка управляющих действий основывается на количественных данных, характеризующих текущее и прогнозируемое состояния использования спектра по показателям его загрузки. В [4] рассмотрена задача оптимизации пространственной структуры системы РК региона (в части определения ее состава и размещения постов) по критерию минимума стоимости с учетом выполнения требований к качеству контроля.

Субъектами создаваемой ЕГАСРМ в Украине являются Администрация связи и радиочастот (АЗРЧ), центр "Укрчастотнагляд" и радиочастотные органы (РЧО) министерств, ведомств и территориально-административных образований.

Основными функциями данной системы являются:

- прогнозирование потребностей и условий использования РЧР в тех или иных участках спектра и регионах;
- подготовку предложений по рациональному использованию имеющегося количества РЧР;
- сбор, обработка и хранение данных об эффективности использования выделенных РЧР, параметрах излучений и других тактико-технических характеристиках РЭС военного и гражданского назначения;
- ведение непрерывного и/или периодического (выборочного) кон-

троля работы РЭС во всем используемом диапазоне РЧС и его оперативное перераспределение по результатам контроля.

В связи с этим **целями данной статьи** являются выявление свойств и признаков ЕГАСРМ, как сложной системы, обоснование принципов ее построения и раскрытие их методологического значения для создания данной системы.

**Свойства и признаки ЕГАСРМ.** Создаваемая ЕГАСРМ должна обладать достаточно большим количеством территориально-распределенных взаимосвязанных и взаимодействующих органов и программно-технических средств управления и контроля за состоянием использования РЧР, а также программно-технических средств сбора, анализа, обработки, передачи, хранения и отображения информации, относящейся к этой сфере. Взаимодействие этих органов и средств должно осуществляться по различным каналам связи с использованием управляющей информации, а сами эти средства и органы должны выполнять несколько функций (т.е. быть многофункциональными).

Наиболее характерными признаками создаваемой системы, позволяющими отнести ее к классу больших (сложных) систем, являются:

- наличие общей цели функционирования;
- многомерность системы, обусловленная наличием большого количества связей между ее подсистемами и отдельными элементами;
- многопараметрический характер системы, определяемый разнообразием целей отдельных подсистем, разнообразием характеристик и показателей эффективности и требований;
- многофункциональность системы, вытекающая из необходимости решения различных задач контроля и регулирования РЧР на различных уровнях и этапах ее функционирования;
- стохастический и неопределенный характер взаимодействия системы и ее элементов с внешней средой.

**Принципы создания ЕГАСРМ.** Анализ признаков и свойств системы позволяет заключить, что в основу ее создания должен быть положен системный подход, базирующийся на ряде основополагающих принципов. Наиболее важными из этих принципов являются:

- принцип целостности (единства) системы;
- принцип соответствия структуры и состава системы ее назначению и решаемым задачам (принцип структурной упорядоченности);
- территориально-ведомственный принцип;
- принцип иерархичности построения системы РМ;
- принцип оптимизации системы РМ по критерию эффективность/стоимость;

- принцип автоматизации (процессов контроля, сбора, обработки и выдачи информации);
- принцип адаптации системы;
- принцип оперативности управления системой и ее отдельными элементами;
- принцип совместимости технического, методического, информационного и программного обеспечения системы, ее подсистем и элементов.

Рассмотрим сущность этих принципов более подробно.

**Принцип целостности** заключается в подходе к созданию ЕГАСРМ, как к целостному объекту, имеющему общую цель и функционирующему по определенным закономерностям, присущим системе в целом.

Данный принцип требует точного и полного определения целей и задач разрабатываемой системы, закономерностей ее функционирования и связей с внешней средой.

Исходя из этого принципа, общую цель создаваемой ЕГАСРМ можно сформулировать следующим образом: подготовка научно обоснованных рекомендаций (управленческих решений) по рациональному использованию РЧР на основе сбора, хранения и обработки данных о текущих и перспективных потребностях в РЧР, а также данных объективного контроля за работой РЭС различного назначения.

Особую роль в процессе создания системы РМ играет анализ внешних воздействий. К ним относятся, прежде всего, условия распространения радиоволн, совокупность непреднамеренных и преднамеренных помех, неэлектромагнитные возмущения (огневое, ядерное воздействия и т. д.). При этом среда распространения радиоволн является пассивной антагонистической подсистемой для ЕГАСРМ и представляет собой объект естественного происхождения, существующий вне любой группировки РЭС.

Подсистемы преднамеренных и непреднамеренных помех – это активные антагонистические подсистемы искусственного происхождения. К ним относятся, например, случайные воздействия излучений РЭС и воздействия со стороны противоборствующей (конкурирующей) системы.

К системе внешних воздействий могут быть отнесены также государственные и международные нормативно-правовые документы и соглашения, поскольку создание ЕГАСРМ должно осуществляться с учетом действующих норм международного права и государственных законодательных и нормативно-правовых документов, регулирующих вопросы использования РЧР в Украине.

**Принцип соответствия** (принцип структурной упорядоченности) требует включения в состав создаваемой системы РМ таких органов

(субъектов) и подсистем, которые обеспечивали бы эффективное выполнение всех возлагаемых на данную систему функций и задач.

Данный принцип требует уяснения и тщательного анализа функций и задач, возлагаемых на создаваемую систему, и выделение в ее составе необходимых функциональных подсистем, обеспечивающих их выполнение с заданной (требуемой) эффективностью. Применение данного принципа к анализу создаваемой системы позволяет выделить в ее составе *подсистемы прогнозирования, планирования, оперативного управления и контроля* использования РЧР. В свою очередь, в составе этих подсистем могут быть выделены подсистемы, обеспечивающие решение задач:

- распределения, выделения и присвоения частот;
- международно-правовой защиты РЧР (частотных присвоений);
- обеспечения ЭМС РЭС в группировках и сетях;
- контроля параметров излучений, режимов работы РЭС и использования РЧР;
- сбора, обработки и хранения данных о параметрах РЭС, результатах контроля и эффективности использования РЧР;
- связи и информационного обмена между элементами системы и самой системы с внешней средой;
- управления подсистемой РК и ее отдельными элементами.

Структура этих подсистем, в свою очередь, также должна соответствовать решаемым ими задачам. Это соответствие должно быть обеспечено по диапазону частот, способу базирования средств радиочастотного контроля и их техническим характеристикам, классам (типам) контролируемых объектов и РЭС, количеству и диапазонам изменения измеряемых параметров сигналов, объему и содержанию выдаваемой информации.

**Территориально-ведомственный принцип** предполагает построение такой системы РМ, структура которой в максимальной степени соответствует целям и задачам, стоящим перед министерствами, ведомствами и регионами (областями) в сфере регулирования контроля использования РЧР. Этот принцип требует учета различий в объемах и важности задач, решаемых разными регионами, министерствами и ведомствами в данной сфере, а также количества, важности и ТТХ РЭС, расположенных в разных регионах и областях.

Необходимость и целесообразность построения ЕГАСРМ по *иерархическому принципу* обусловлена большим разнообразием задач, эффективное решение которых требует разных объемов исходной информации и затрат времени. В частности, решение задач распределения,

назначения и выделения частот, совершенствования нормативно-правовой базы, международно-правовой защиты частотных присвоений, выдачи лицензий и других требует анализа большого объема исходных данных, длительных согласований с заинтересованными ведомствами и не может осуществляться в реальном масштабе времени.

Для решения этих задач ЕГАСРМ должна иметь подсистему верхнего уровня, субъектами которой являются общегосударственные РЧО. Эта подсистема должна взаимодействовать с международными РЧО, регионально-ведомственными подсистемами и пользователями (потребителями) РЧР. Основу всей системы должны составлять узлы и посты РК, оснащенные необходимыми техническими средствами приема, определения местоположения, распознавания и измерения параметров источников радиоизлучений (ИРИ) в заданном частотном диапазоне.

Таким образом, из изложенного следует, что наиболее приемлемой для ЕГАСРМ является иерархическая структура с тремя уровнями, позволяющая сочетать централизованное управление всей системой с локальным управлением ее отдельными подсистемами, элементами и процессами. В такой системе функции управления разделены между АЗРЧ, который реализует алгоритм общего управления использованием радиочастотного ресурса, Центром "Укрчастотнагляд", который реализует алгоритм общего контроля за состоянием РЧР, и регионально-ведомственными РЧО, осуществляющими управление выделенными РЧР и постами контроля в соответствии с управляющими воздействиями центральных органов.

Данная структура ЕГАСРМ обладает многими положительными функциональными свойствами, основными из которых являются:

- максимальная автономность регионально-ведомственных РЧО в решении задач РМ с возможностью оптимального управления системой в целом (более высокая гибкость управления);
- централизованное хранение и обработка информации, относящейся ко всей системе, с децентрализованным размещением и обработкой информации, необходимой для автономного управления ее отдельными субъектами, подсистемами и элементами;
- пониженные требования к пропускной способности систем связи и производительности регионально-ведомственных РЧО с общей высокой пропускной способностью системы в целом;
- повышенная живучесть и надежность системы, так как при выходе из строя центрального органа локальные центры управления могут продолжать функционировать, например, в соответствии с последним централизованным управляющим воздействием.

- удобство и простота взаимодействия операторов системы и пользователей РЧР с базами данных системы;
- менее сложное программное и специальное математическое обеспечение информационных систем;
- меньшие затраты временных ресурсов на выполнение системой задач РМ.

**Принцип оптимизации** предусматривает создание системы РМ, обеспечивающей заданную эффективность решения возлагаемых задач с учетом ограничений финансовых и материальных средств, выделенных на создание системы.

Реализация этого принципа предполагает:

- определение оптимального перечня контролируемых (измеряемых) параметров излучений РЭС разных классов и типов с учетом стоимости, физической и технической реализуемости средств обнаружения, измерения параметров и распознавания ИРИ;
- оптимальный выбор количества постов РК, состава их контрольно-измерительной аппаратуры, числа операторов дежурных смен и обслуживающего персонала;
- определение оптимального состава и типов средств связи и вычислительной техники, реализующих требуемые алгоритмы обработки информации и обеспечивающих прием, обработку, хранение и передачу необходимых объемов информации с требуемым быстродействием.

**Принцип автоматизации (компьютеризации)** является одним из важнейших и предполагает максимальное использование в ЕГАСРМ средств автоматизации и других передовых информационных технологий.

Реализация этого принципа в процессе создания данной системы должна осуществляться с учетом:

- преемственности и этапности развития (разработки) системы;
- иерархичности процессов функционирования системы;
- модульности системы, состоящей из совокупности структурно-автономных функциональных подсистем с возможностью их расширения и развития без нарушения функционирования;
- достигнутого (мирового) уровня информатизации и максимального использования существующих информационных, программно-технических, телекоммуникационных и иных ресурсов;
- единых форматов (стандартов) электронного обмена входными и выходными данными.
- унификации и стандартизации программного обеспечения, компьютерного, коммутационного, управляющего и связанного оборудования системы;

- ориентации на программное управление элементами системы;
- открытости системы и ее возможной интеграции с другими АСУ.

**Принцип адаптации** предусматривает создание системы РМ, способной решать возложенные задачи (в полном или ограниченном объеме) в зависимости от ее внутреннего состояния и состояния внешней среды. Факторами, влияющими на функционирование системы РМ, являются условия распространения радиоволн, быстроменяющаяся электромагнитная (ЭМО) и помеховая (ПО) обстановка в контролируемом районе, а также количество и типы исправно функционирующих программно-технических средств связи, контроля, сбора, обработки и хранения информации. Этот принцип требует учета множества разнородных показателей, параметров и ограничений, связанных с системой внешних воздействий, что является особенно важным при разработке алгоритмов, обеспечивающих решение задач контроля РЭС и оперативного управления системой в условиях сложной ЭМО.

**Принцип обучения** предполагает пополнение, уточнение и корректировку баз данных (по результатам наблюдения, измерения и распознавания) о контролируемых объектах и РЭС, сигнальные признаки которых были заданы в виде диапазонов возможных значений (ДВЗ) параметров излучаемых сигналов, а также внесение в БД сведений о неизвестных или вновь появившихся объектах и РЭС.

Данный принцип предусматривает введение в состав программного обеспечения системы ряда специальных алгоритмов, в том числе:

- алгоритмов кластеризации объектов и РЭС (т. е. формирования их алфавитов и словарей сигнальных признаков) в соответствии с потребностями обслуживаемых органов управления;
- алгоритма оценки электромагнитной доступности РЭС с учетом рельефа местности, условий распространения радиоволн (по прямой волне или полю ДТР), условий ведения разведки РЭС (по основному, боковому или фоновому излучению их антенн) и других факторов.
- алгоритмов обучения (дообучения) и самообучения;
- цифровых карт контролируемых районов (районов дислокации РЭС);
- алгоритма управления базами данных (БД).

**Принцип оперативности управления** ЕГАСРМ требует разработки автоматических и/или автоматизированных алгоритмов и процедур, обеспечивающих своевременную выдачу (в близком к реальному масштабу времени) управляющих воздействий субъектам, подсистемам, постам контроля и другим элементам в соответствии с условиями их функционирования и изменениями ЭМО. При этом основное внимание должно быть уделено процедурам управления имеющимся РЧР, обеспе-



чения ЭМС РЭС, пресечения нарушений, выявления незаконно действующих РЭС и другим.

Анализ задач, возлагаемых на систему, показывает, что управление ее функционированием целесообразно построить по смешанному (централизованно-децентрализованному) принципу, в соответствии с которым эта задача разбивается на совокупность взаимосвязанных задач управления, решаемых на различных уровнях иерархии.

**Принцип совместимости (единства)** технического, методического, информационного и программного обеспечения требует регламентации и согласования в рамках Концепции и Программы создания ЕГАСРМ следующих важных вопросов:

1. Разработка единого методического, программного и информационного обеспечения.

2. Определение состава, идентификации и сопровождения информационных ресурсов системы.

3. Порядок использования выделенных каналов связи для организации информационного обмена и электронного документооборота между субъектами системы.

4. Порядок использования электронных цифровых подписей.

5. Порядок и условия доступа к ресурсам единой государственной автоматизированной системы радиомониторинга, а также информирования пользователей о состоянии ЕГАСРМ и существующих возможностях по доступу к ее ресурсам.

6. Использование международно-признанных расчетных методик или методик, одобренных АЗРЧ.

7. Обеспечение информационной совместимости различных функциональных подсистем путем применения унифицированных классификаторов и словарей данных, а также различных способов связанного представления данных.

Данный принцип требует также разработки и реализации единой технической политики по оснащению РЧО и постов РК типовыми расчетно-аналитическими и измерительно-пеленгационными комплексами.

Разработка Концепции создания ЕГАСРМ, кроме рассмотренных принципов, должна осуществляться с учетом:

- максимально возможного использования существующих организационных структур субъектов системы;

- приоритетной ориентации на использование национального научно-технического потенциала в сфере РЧР;

- сбалансированного использования средств государственного бюджета и иных источников финансирования создаваемой системы;

– органичного соединения рыночных механизмов и государственного регулирования на этапах создания и эксплуатации системы.

**Выводы.** Рассмотренные принципы раскрывают сущность задачи создания ЕГАСРМ и имеют в связи с этим важное научно-практическое и методологическое значение. Эти принципы отражают объективно существующие связи данной системы с внешней средой, а также связи между ее подсистемами и элементами и предписывают, как следует действовать при ее создании. Учет и применение этих принципов на практике позволит избежать просчетов и ошибок на начальных стадиях разработок, что имеет важное значение для последующих этапов проектирования данной системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Быховский М.А., Пастух С.Ю., Тихвинский В.О., Харитонов Н.И. Принципы построения государственной автоматизированной системы управления РЧС в России // *Электросвязь*. – 2002. – № 6. – С. 13 – 18.
2. Логинов Н.А. *Актуальные вопросы радиоконтроля в Российской Федерации*. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.
3. Бобовников В.В., Ермаков А.И., Ковтунова И.Г., Сорокин А.Д., Соловьев В.В., Цветков С.А., Якименко В.С. Структурно-функциональная модель процесса управления использованием радиочастотного спектра // *РТ*. – 1998. – № 6. – С. 51 – 55.
4. Диев Ю.А., Рюмишин А.Р., Суховой В.Ф., Цурков М.Л. Методика обоснования пространственной структуры системы радиоконтроля РЭС // *РТ*. – 2000. – № 11. – С. 72 – 74.

Поступила 01.02.2004

**НИКОЛАЕВ Иван Михайлович**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник отдела Научного центра Войск ПВО. В 1979 году окончил ВИРТА ПВО им. Говорова Л.А.. Область научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.

**ПШЕНИЧНЫХ Сергей Васильевич**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, начальник отдела Научного центра Войск ПВО. В 1981 году окончил Харьковский авиационный институт. Область научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.

**СЕМЕНКЕВИЧ Леонид Леонидович**, старший научный сотрудник отдела Научного центра Войск ПВО. В 2001 году окончил Национальную академию обороны Украины. Область научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.

**КАЛЮЖНЫЙ Николай Михайлович**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, начальник управления Научного центра Войск ПВО. В 1979 году окончил Саратовский государственный университет. Область научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.

**ЛЕУШИН Андрей Геннадиевич**, адъюнкт Научного центра Войск ПВО. В 1997 году окончил командно-штабной факультет Харьковского военного университета. Об-

*ласть научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.*